

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-252136

⑬ Int.Cl.⁴

H 01 L 21/30
G 03 F 9/00
H 01 S 3/102

識別記号

庁内整理番号

Z-7376-5F
7124-2H
7630-5F

⑭ 公開 昭和62年(1987)11月2日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 加工装置

⑯ 特 願 昭61-95511

⑰ 出 願 昭61(1986)4月24日

⑱ 発 明 者 蛭 川 茂 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会
社大井製作所内
⑲ 発 明 者 宮 地 章 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会
社大井製作所内
⑳ 出 願 人 日本光学工業株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
㉑ 代 理 人 弁理士 渡辺 隆男

明 細 書

1. 発明の名称

加工装置

2. 特許請求の範囲

(1) 表面に所定の厚さで薄膜を積層した基板を保持する保持手段と；紫外域に発振線を持つレーザー光を発生するレーザー光源と；該レーザー光を前記基板に向ける光学系と；前記基板上の所望部分が前記レーザー光の照射を受けるように前記基板とレーザー光とを相対的にアライメントする位置決め手段と；前記薄膜中の前記所望部分が前記レーザー光のエネルギーを吸収して除去されるように、前記レーザー光の基板への照射を制御する照射制御手段とを備えたことを特徴とする加工装置。

(2) 前記基板はリソグラフィ工程中のアライメントマークを有する半導体基板であり、前記薄膜は該半導体基板上にほぼ均一の厚さで形成されたレジスト層であり、前記加工装置は前記レーザー光を所望部分にアライメントする

ために、前記レジスト層を介してアライメントマークを検出するマーク検出手段を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の装置。

(3) 前記レーザー光の照射により前記薄膜中の照射部を気化させて除去する際、該気化した成分によって少なくとも前記光学系が汚染されることを防止する汚染防止手段を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の装置。

(4) 前記半導体基板を露光するに先立って、前記レジスト層中のアライメントマーク部分に前記レーザー光が照射されるように前記位置決め手段を制御するとともに、前記照射制御手段はレジスト層は除去し、かつ前記アライメントマークには損傷を与えない程度に前記レーザー光の照射量を制御することを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は基板の表面に積層された薄膜を部分的に除去する加工装置に関する。

(発明の背景)

近年、半導体素子製造のリソグラフィ工程においては4Mビットや16Mビット容量のメモリの生産に耐え得るアライメント精度及び解像力を有する露光装置が要求されてきている。この種の露光装置の多くは半導体ウェハ上に多数回、マスク(又はレチクル)の回路パターンを重ね合わせて露光していくが、重ね合わせの精度を支配的に決定するマスク(又はレチクル)とウェハとのアライメント精度は、ウェハ上に形成されたアライメントマークをいかに高精度に位置検出するかによって大きく変化する。通常、ウェハのアライメントは、アライメントマークに光を照射し、そのマークからの反射光、散乱光、又は回折光等を光電検出することによって行なわれる。しかしながら、露光前のウェハには必然的にレジストが塗布されているため、アライメントマークの検出はレジスト層(1~2 μ m程度の厚さ)を介して行な

除去し得る加工装置を得ることを目的とする。

(発明の概要)

本発明においては、薄膜(レジスト等)を積層した基板(ウェハ7)を保持する保持手段(XYステージ9)と、紫外域に発振波長を持つレーザ光(LB)を発生するレーザ光源(1)と、そのレーザ光(LB)を基板に向ける光学系(対物レンズ6;ミラー5,50;ビームスプリッター3)が設けられ、レーザ光(LB)が基板上に照射されるような構成となっている。そして、基板上の所望部分(例えばアライメントマークSX,SYを含む領域A2)がレーザ光(LB)の照射を受けるように基板とレーザ光(LB)とを相対的にアライメントする位置決め手段(XYステージ9;ステージコントローラ8;システムコントローラ12)を設け、そのアライメントの後、照射制御手段(レーザ制御系15;シャッター4;光量計11;システムコントローラ12)によって所望部分の薄膜のみが除去されるようにレーザ光(LB)の照射を制御する。

われる。またレジスト層は、アライメントマークが微少な段差構造になることから、マーク周辺で膜厚が不均一になることは避けられない。このためアライメントマークから発生する光情報がレジスト層の影響で弱くなったり、薄膜固有の干渉効果がマーク近傍で顕著になったり、あるいはマーク両側でレジスト膜厚のムラが非対称になったりすること等によってアライメント精度(マーク位置の検出精度)が低下しがちであった。

またウェハ上でのパターンの微細化を計るために多層レジストを使う場合等は、アライメントマークそのものが露光波長の照明光のもとで光学的に見えなくなるといった現象も起り得るため、アライメント精度の確保はなかなか難しい問題となっていた。

(発明の目的)

本発明は上記問題点を解決し、ウェハ等の基板上に積層された薄膜を介して下地のパターン(アライメントマーク等)を見る(検出する)ことを不要とするために、基板上の薄膜のみを部分的に

尚、本発明における薄膜とは、基板表面に単層で形成されたもの、あるいは多層で形成されたもののいずれも含むものであり、また多層膜の場合はその一番上の単層もしくは数層の除去すべき層を総称しているものとする。さらに薄膜は本発明の実施例においてはレジストとするが、その他有機物質(ポリイミド等)による膜や金属薄膜であっても同様に実施可能である。

(実施例)

以下本発明の実施例による加工装置を第1図、第2図、第3図を参照して説明する。第1図は加工装置の概略的な構成を示すブロック図であり、レーザ光源1から射出した紫外域に発振波長を有するレーザ光LBは、可変絞り2によって所定のビーム形状に成形された後、その大部分がビームスプリッター3を透過してシャッター4に至る。シャッター4はレーザ光LBを透過又は遮断させるものであり、シャッター4を透過したレーザ光はミラー5で反射された後、対物レンズ6に入射する。対物レンズ6で結像されたレーザ光LBはウ

ウェハ7上で絞り2の開口形状となつて、ウェハ7上のレジスト層を照射する。このようなレジスト層を除去するレーザ光LBとしては、エキシマレーザ、Nd:YAGレーザの第3高調波、第4高調波、アルゴンイオンレーザの514.5 nmの発振線の第2高調波等のように波長域150 nm～360 nmに発振線をもつものが好適である。

さて、ウェハ7はステージコントローラ8により制御されてx方向とy方向とに2次元的に移動するXYステージ9の上に設置される。XYステージ9の位置はレーザ干渉計等によって常時検出され、ステージコントローラ8に位置情報としてフィードバックされ、レーザ光LBの照射位置はXYステージ9を動かすことによってウェハ7上で例えば±0.01 μmの精度で位置決めされる。一方、ビームスプリッタ3で反射したわずかな量のレーザ光は集光レンズ10によって光電計11の受光面に集められ、光電計11はその光量(光強度)に応じた光電信号をシステムコントローラ12に出力する。システムコントローラ12は、ステ

アタキス方式でウェハ7のアライメントを行なう。マーク検出器14からアライメント信号がシステムコントローラ12に供給される。このアライメント信号はウェハ7上の特定の位置に設けられたマークの中心をとらえたとき発生するものであり、その発生したときのXYステージ9の位置をシステムコントローラ12が基準点として記憶することにより、レーザ光LBの照射位置とウェハ7上の任意の点との対応付け(グローバルアライメント)が完了する。

尚、レーザ光LBとウェハ7との相対的な位置合わせは、ウェハに対してレーザ光LBを走査、振動させて行なっても同様の効果が得られる。

さて、第2図はミラー5の後3に設けられた反射率測定系の一例を示す図である。この場合第1図に示したミラー5をダイクロイックミラーとし、レーザ光LBは高効率に反射し、レーザ光LBよりも長い波長の光は透過するような特性にしておく。光源(光学系を含む)51はウェハ7の表面(レジスト層やその下地)の反射率を測定するの

ージコントローラ8にウェハ7のレーザ光LBに対する位置決めのための指令を発するとともに、レーザ光源1の制御系15、又はシャッター4に最適なレーザ照射量が得られるような制御信号を発する。例えばレーザ光源1がエキシマ等のようにパルスレーザを発生するものの場合、システムコントローラ12は光電計11からの光電信号に基づいて、最適なレーザ出力値と必要とされるパルス数とを算出し、それに対応した制御信号をレーザ制御系15に出力する。またレーザ光源1がCWレーザを発生するものの場合、システムコントローラ12は光電信号に基づいて最適なレーザ出力値と必要とされる照射時間とを算出し、出力値に関してはレーザ制御系15に制御信号を送り、照射時間に関してはシャッター4に制御信号を送る。

また、ウェハ7上に形成されたアライメントマークを検出するためのアライメント光学系13が例えば対物レンズ6と異なる位置に固設され、光電検出器等を含むマーク検出器14と共に、オフ

に好適な波長(単波長、多波長、又はバンド幅をもつもののいずれでもよい)で、レーザ光LBよりも長い波長の照明光LAを発生する。その照明光LAはハーフミラー52で反射された後、ミラー5を透過して対物レンズ6に入射し、ウェハ7を所定の強度で照明する。照明光LAのウェハ7での反射光は対物レンズ6、ミラー5、ハーフミラー52を介して集光レンズ53に入射し、光電検出器54の受光面に集められる。光電検出器54の光電信号はシステムコントローラ12に送られる。その光電信号はウェハ7のレジスト層の除去部分の反射率を反映しており、システムコントローラ12は反射率の変化(信号強度の変化)に基づいて、レジスト層の除去の終点を検出する。そして終点を検出された後もレーザ光LBがまだ照射され続けられる場合、システムコントローラ12は制御系15やシャッター4により強制的に照射を中止させる。この機能はレジスト層の厚みムラにより、当初予定していた厚さよりもレジスト層が薄かった場合に、下地のマークを損傷させない

点で有効である。もちろん逆にレジスト層が厚すぎた場合も、完全にレジストを除去するために余分のレーザ光照射を行なう目安となる点で有利である。

尚、反射率測定系の代わりに蛍光検出系を用いても同様の効果が得られる。一般のレジストは紫外光の照射を受けると蛍光を発生する特性があるので、その蛍光を波長選択フィルター等を介して光電検出しつつ、蛍光の発生がほぼ零になった時点でレーザ光LBの照射を中止するようなフィードバック系を構成してもよい。

ところで、以上のようにしてレジスト層を除去する場合、レジストはレーザ光LBのエネルギーを受けて気化することになる。そこで第3図に示すように、気化したレジストが対物レンズ6やウェハ7上に再付着することを防止する機構を設ける。第3図において、対物レンズ6とウェハ7との間にチャンバー26を設け、対物レンズ6と対向する位置には、取りはずし可能な石英板20を窓として設ける。そして石英板13のチャンバー

い込まれ、さらにトラップ27内に取り込まれる。同時にウェハ表面に発生したゴミはノズル23、24からのガスによって飛ばされ、同様に穴22aを介してチャンバー26内に吸い込まれる。以上のようにして、ウェハ7上に付着するゴミや気化レジストの微粒子等は有効に除去され、加工に伴なうウェハの汚染は防止される。

尚、第3図において、トラップ27は必ずしも必要なものではない。

以上の加工装置によりレジスト層の除去を実験したところ以下のような結果が得られた。

(1) レーザ光源1として波長249nmのKrFエキシマレーザを用い、7000Å厚の酸化膜によりアライメントマークを形成したシリコンウェハ上にOFPR-800(東京応化株式会社の商品名)レジストを1.2μm厚に塗布した場合。

この場合、ウェハ上のアライメントマークは所望の縮小投影型露光装置でアライメントができるような配置及び形状に選んでおく。このようなウェハを本発明の実施例による加工装置に装着し、

26内側の面に、ノズル21を介してガスを吹付ける。これにより対物レンズ6本体の汚染が防止されるとともに、石英板20の汚染もガスの吹付けにより軽減される。石英板20は取りはずし可能なので、例えば汚染されたとしても容易に洗浄することができるので、加工精度の低下(レーザ光パワーの低下)を防ぐことができる。またチャンバー26のウェハ7側には穴22aを設けたマスク22がチャンバー26を密封するように固定されている。穴22aはレーザ光LBが通るのに十分な大きさの寸法で設けられている。さらにマスク22とウェハ7との間には適当な間隔が設けられ、穴22aの近傍でレーザ光LBを遮光しない位置にノズル23、24が配置され、このノズル23、24からはウェハ7に向けてガスが吹付けられる。またチャンバー26内はトラップ27を介して排気ポンプ25により減圧される。これによってウェハ7の表面で発生したレジストの気化成分、又は気化したレジストが空中で固化した微粒子は、穴22aを介してチャンバー26内に吸

レーザ光のエネルギー密度とパルス数とを変えてレジスト層に照射したところ、第4図に示すような関係が得られた。第4図の横軸は1パルスあたりのエネルギー密度(mJ/cm²)を表わし、縦軸はパルス数を表わし、同図中斜線部で示した範囲内において、アライメントマークや下地に損傷を与えることなくマーク上のレジストを完全に取除くことができた。この斜線部の範囲を規定する一方の曲線C1はレジストを気化させるのに必要な最低のエネルギー量を表わし、他方の曲線C2はマークや_下地に損傷を与え始めるエネルギー量を表わす。そして、このウェハを用いて縮小投影型露光装置によりパターン露光を行なったところ、レジストがアライメントマークの上にある場合と比べて、アライメント精度(もしくは重ね合わせ精度)が向上することが確認された。またこの際に、ゴミの発生によるパターンの乱れも認められなかった。

(2) レーザ光源1としてNd:YAGレーザの第4高調波(波長266nm)を用い、1μmのエ

チングによりアライメントマークを形成したシリコンウェハ上にPMMAレジストを1.4 μ m厚に塗布した場合。この場合は、エネルギー密度200mJ/cm²で10パルスのレーザ光照射を行なうことにより、アライメントマーク上のレジストを完全に除去できた。この際も下地やマークの損傷及びゴミの付着は認められなかった。

ところで半導体素子製造のリソグラフィ工程におけるウェハでは、第5図に示すように多数のチップCPがマトリックス状に配列されており、各チップCPの夫々に付随してアライメント用のマークGY、G θ 、SX、SYが形成されている。マークGY、G θ は専らウェハのグローバルアライメントに使われ、マークSX、SYはレチクルのパターン投影像とのアライメント(例えばショット毎のイーチアライメント)に使われる。マークG θ 、GYはステップアンドリピート露光法の場合、各チップ毎に設けられるが、そのうちグローバルアライメントで使うマークはウェハ上の特定位置にあるマークG θ L、GYRのみである。

る加工装置はレジストの除去に限られるものでないことは前述の通りであり、さらに本加工装置は投影型露光装置内に一体に組み込んでしまってもよい。近年、より高い解像力を得るためにエキシマレーザを光源としてレチクルを照明し、その投影像をウェハに露光する所謂エキシマステッパーの開発が進められている。この場合、本来の露光に使用するエキシマレーザ光をスポット状に絞って、ステップアンドリピート用のステージ上のウェハに照射する光学系を付加しておけば、ただちに本発明の加工装置が構成できる。このためマーク上のレジストの除去と、それに引き続くレチクルパターンの投影露光という一連の動作を一台の装置で完了できるので極めて経済性が高く、スループットの低下もそれ程大きくならず効率的であるといった効果が期待できる。

(発明の効果)

以上本発明によれば、紫外域に発振線を有するレーザ光を用いて基板上の薄膜の所望部分をすみやかに、かつきれいに除去(気化)することがで

そこで露光前のこのようなウェハを加工装置に装置し、第1図に示したアライメント光学系13、マーク検出器14によって、レジスト層の上からマークG θ L、GYRを検出してグローバルアライメントを行なう。その後、XYステージ9を順次移動させて、露光装置のアライメントマーク検出系が検出するマークとレーザ光LBとを位置決めしてはレジスト層を除去していく。例えば第6図に示すようにマークSX上のレジスト層を除去する場合は、チップCPに付随したマーク形成領域A1内で、マークSXを含む矩形の領域A2内にレーザ光LBを照射する。この領域A2への照射は第1図中の絞り2の形状と開口寸法を調整することによって容易に行なえる。領域A2の大きさは露光装置側でマークSXを検出するときに存在し得るアライメント誤差分よりも大きくしておく必要がある。このようにしておかないと、レジスト層の除去部分との段差(境界)をマークとして誤検出する可能性が生じる。

以上本発明の実施例を説明したが、本発明によ

きる。このためリソグラフィ工程におけるウェハ上のレジストを除去する場合は、特にアライメントマーク上のレジストのみを剥離することによって、所謂レジストレス・アライメントが可能になり、高精度なアライメントが期待できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例による加工装置の概略的な構成を示すブロック図、第2図は反射率測定系の具体的な構成の一例を示す光学配置図、第3図は汚染防止構造を示す部分断面図、第4図はパルスレーザを用いたときに、レジスト除去に必要なとされるエネルギー量を示す特性図、第5図はウェハ上のチップとマークの配列を示す平面図、第6図はウェハ上のマークと加工領域との関係を示す平面図である。

[主要部分の符号の説明]

- | | |
|-----------|-----------------|
| 1...レーザ光源 | 2...可変絞り |
| 4...シャッター | 6...対物レンズ |
| 7...ウェハ | 9...XYステージ |
| 11...光量計 | 12...システムコントローラ |

13...アライメント光学系

14...マーク検出器

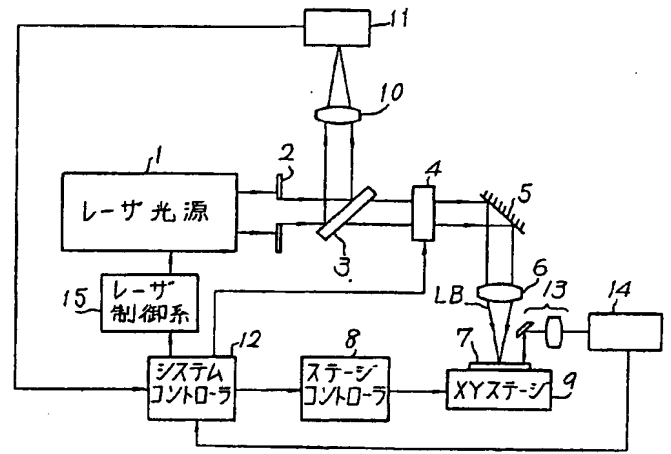
20...石英板

21,23,24...ノズル

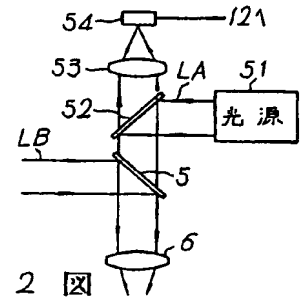
26...チャンバー

出願人 日本光学工業株式会社

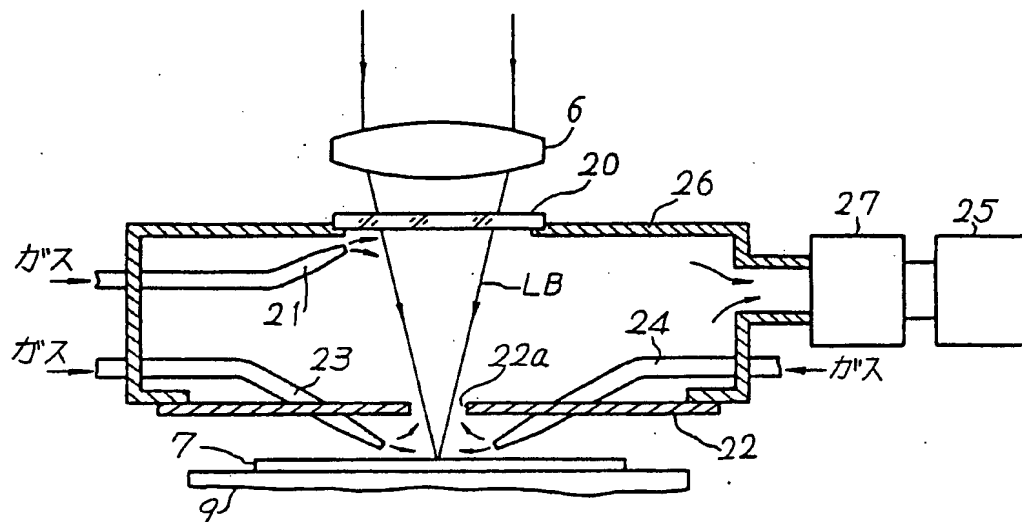
代理人 渡辺 隆 男



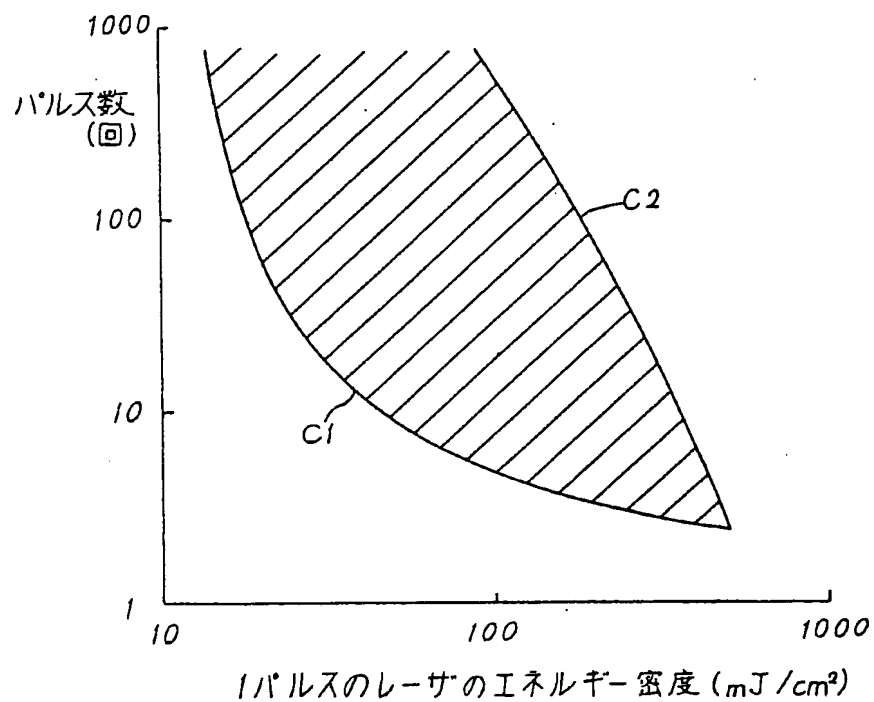
第1図



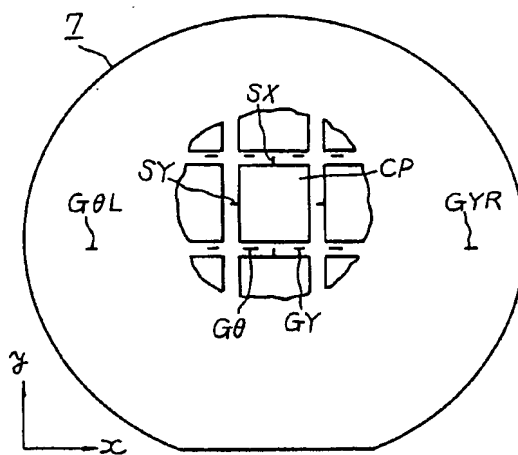
第2図



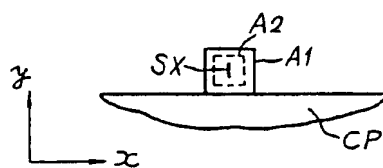
第3図



第 4 図



第 5 図



第 6 図